

# HALMA - Dokumentacja Projektu

Antoni Przybylik

PIPR 22Z

GRUPA 101

21 stycznia 2023

## Zadanie

Napisać program grający w Halma. Powinna być możliwość gry:

- dwóch osób ze sobą,
- osoby z komputerem,
- komputera z komputerem.

Program powinien kontrolować poprawność wykonywanych ruchów. Interfejs z użytkownikiem może być tekstowy.

Bardzo istotną częścią zadania jest opracowanie i zaimplementowanie jak najlepszego algorytmu grającego w grę.

Moduł realizujący algorytm gry komputera musi być wydzielony.

## Cel i opis projektu

Celem projektu było zaprojektowanie i napisanie gry Halma w języku Python, przygotowanie testów jednostkowych i dokumentacji. W tym celu należało wykorzystać umiejętności zdobyte na przedmiocie „Podstawy Informatyki i Programowania”.

# Architektura

Projekt jest podzielony na trzy główne moduły:

- Silnik gry (klasa Engine).
- Interfejsy użytkownika.
- Klasy graczy (klasy pochodne od Player).

W silniku zaimplementowano bazową funkcjonalność gry. UI odpowiada za komunikację z użytkownikiem. W ramach projektu zaimplementowałem tylko jedno UI (w formie TUI), ale aplikacja jest tak zaprojektowana, że istnieje możliwość stworzenia wielu UI, które będą komunikować się z resztą aplikacji w taki sam sposób jak HalmaTui (klasa implementująca interfejs TUI). Klasy graczy, natomiast, odpowiadają za wykonywanie ruchów, mogą to być boty lub ludzie. Kiedy użytkownik zarząda wykonania ruchu wciskając odpowiedni przycisk w UI wywoływana jest metoda `make_move()` dla obecnie ruszającego się gracza. Jeśli ten gracz jest botem - po prostu wykonuje ruch. Gracz-Człowiek ma możliwość wyświetlenia okna dialogowego z zapytaniem o ruch.

W aplikacji wydzieliłem też trzy moduły pomocnicze:

- Silnik UI.
- Interfejs silnika gry dla użytkownika.
- Klasę `Game` reprezentującą stan całej gry.

Oddzielenie Silnika UI (w klasie `TuiEngine`) od modułu wyświetlającego UI ma przyczynę w tym, że elementy UI mają mieć możliwość wyświetlać także niektóre obiekty klas pochodnych od `Player` (gracze-ludzie).

Interfejs silnika gry dla użytkownika (w klasie `GameInterface`) ma za zadanie tworzyć warstwę abstrakcji pomiędzy UI, a silnikiem gry. Tu przekazywany jest napis, który wpisał użytkownik w okienku dialogowym i rozbijany jest on na konkretne współrzędne i wykonywany jest ruch wykorzystując niżej-poziomowy interfejs silnika gry (w klasie `Engine`).

**Klasa Engine** implementuje bazową funkcjonalność gry. Znajdują tam się między innymi metody odpowiedzialne za ustawianie/odczyt pól na planszy, metody pozwalające na sprawdzenie możliwych ruchów z danego pola. W tej klasie jest zapisany stan planszy i numer obecnego ruchu.

**Klasa HalmaTui** implementuje tekstowy interfejs użytkownika (TUI) dla gry Halma. Używa on ogólnych elementów interfejsu takich jak okna dialogowe, które są dostarczane przez silnik TUI (w klasie TuiEngine).

**Klasy pochodne od Player** implementują metodę `make_move()`, która odpowiada za wykonywanie ruchu. W przypadku botów ruch jest po prostu wykonywany. Gracze-ludzie wyświetlają okno dialogowe przy użyciu interfejsu klasy TuiEngine (tej samej której używa HalmaTui) pytającego gracza o ruch, a potem go wykonują.

**Klasa GameBot** dziedzicząca po Player jest klasą bazową dla wszystkich botów (RandomBot, ForwardBot). Zawiera metody wspólne dla wszystkich botów. W klasach pochodnych od GameBot są zaimplementowane konkretne algorytmy dla każdego bota.

**Klasa TuiPlayer** dziedzicząca po Player implementuje wykonywanie ruchu przez człowieka. Wyświetla okno dialogowe z zapytaniem o ruch, wprowadzony ruch przekazuje do modułu GameInterface.

**Klasa TuiEngine** zawiera metody takie jak: wyświetlająca okno dialogowe, wyświetlająca splash screen. Jest wykorzystywana przez HalmaTui do narysowania okna gry i przez TuiPlayer do zapytań o ruch.

**Klasa GameInterface** wprowadza warstwę abstrakcji pomiędzy UI, a silnik gry. Na przykład ruchy wpisane przez użytkownika nie są sprawdzane i przetwarzane na współrzędne w tych samych funkcjach które wyświetlają UI tylko są przekazywane klasie GameInterface, która ma referencję na obiekt klasy Engine i wykonuje ona ruch. Referencję na obiekt klasy GameInterface ma UI i TuiPlayer, który jest obiektem klasy Player implementującym grę przez użytkownika.

**Klasa Game** posiada referencję na obiekty klas: GameInterface, Engine i obiekty reprezentujące gracza białego i czarnego (obiekty klas pochodnych od Player). Ten stan można zapisać do pliku i wczytać go z pliku.

# Wymagania

Żeby móc uruchomić grę w trybie TUI należy mieć zainstalowaną bibliotekę `curses` i moduł `timeout_decorator`.

Interfejs TUI działa tylko w terminalach obsługujących 8-bitowe kolory i pozwalających na zmianę ich wartości<sup>1</sup>. Dodatkowo, terminal musi obsługiwać znaki UTF-8. Jest wymagane żeby okno terminala miało rozmiar co najmniej 40x70<sup>2</sup>.

## Instrukcja użycia

W ramach projektu jest zaimplementowany interfejs tekstowy (TUI). Grę w trybie TUI otwieramy uruchamiając plik wykonywalny `halma-tui.py`. Po tym będziemy mieli opcję załadowania zapisu gry z pliku lub utworzenia nowej. Gra może być uruchomiona w ustawieniu klasycznym lub losowym. Mamy też możliwość wyboru graczy. Po wyborze początkowych ustawień pojawi się plansza do gry.

Komunikacja z programem odbywa się przez okna dialogowe. Możliwe do wyświetlenia okna dialogowe są wymienione w pasku pomocy na górze okna. Żeby wyświetlić dane okno dialogowe należy wcisnąć odpowiadający mu klawisz (q - quit, m - move, s - save). Możemy też anulować operację wychodząc z okna dialogowego klawiszem `Escape`.

Okien dialogowych są dwa rodzaje: Pytające o wybór opcji z listy i pytające o inny ciąg znaków.

W oknie dialogowym pierwszego rodzaju należy wprowadzić w polu tekstowym numer wybranej opcji i zatwierdzić klawiszem `enter`.

Inaczej postępujemy z oknem dialogowym pytającym nas o ruch. W nim należy wprowadzić ruch w formacie „AB-CD”<sup>3</sup>, gdzie AB to współrzędne pola z którego chcemy wykonać ruch, CD to współrzędne pola na które chcemy wykonać ruch. Współrzędne to para literek którymi podpisane są pola z boku planszy - pierwsza współrzędna z lewej strony planszy, druga współrzędna na górze.

---

<sup>1</sup>Każdy nowoczesny terminal jak `urxvt`, `xfce4-terminal`, `gnome-terminal` powinien spełniać te wymagania. Gra nie działa w `xtermie`.

<sup>2</sup>Wysokość x Szerokość.

<sup>3</sup>Wielkość liter nie ma znaczenia, nie należy natomiast wprowadzać spacji wewnątrz zapisu.

## Część refleksyjna

Aplikacja ma przejrzystą architekturę z wyraźnie oddzielonymi modułami. W zależnościach modułów nie ma cykli.

Interfejs użytkownika jest skalowalny i dostosowuje się do rozmiaru terminala. Sterowanie jest intuicyjne, a kolory są dobrane precyzyjnie z dbałością o przejrzystość okna gry.

Są zaimplementowane cztery boty:

- RandomBot (wykonujący losowe ruchy)
- ForwardBot (ruszający się zawsze naprzód)
- MinimaxBot (wykorzystujący algorytm MiniMax)
- AgressiveMinimaxBot (wykorzystujący algorytm MiniMax)

Dwa ostatnie boty wybierają ruch na podstawie algorytmu MiniMax. Na obliczenie ruchu jest limit czasu 10 sekund. Na początku gry, gdy możliwych jest do wykonania tylko 30 ruchów przez każdego gracza są w stanie wejść cztery ruchy do przodu. Gdy gra się rozwinię może nawet dojść do sytuacji, że każdy gracz może wykonać nawet 1000 różnych ruchów. Wtedy nie jesteśmy w stanie przeanalizować gry więcej niż dwa ruchy do przodu.

Warto też zwrócić uwagę na różnicę między botami MinimaxBot i AgressiveMinimaxBot. MinimaxBot minimalizuje różnicę odległości od przeciwnego rogu pionków swoich i przeciwnika. Jego gra jest zachowawcza. Stara się trzymać krawędzi planszy, nie podstawi kamieni tak żeby przeciwnik mógł je przeskoczyć. Niestety, nie potrafi doprowadzić swoich pionków do obozu przeciwnika, woli ruszyć się do tyłu niż żeby przeciwnik przeskoczył swoim pionkiem na drugi koniec planszy. Próba odpowiedzi na ten problem jest jego agresywna wersja - AgressiveMinimaxBot.

Gra ma możliwość zapisu i wczytania z pliku. Istnieją duże możliwości rozszerzenia funkcjonalności dzięki podziałowi na moduły. Przykładowo, można zaimplementować GUI które komunikowało by się z resztą aplikacji przez taki sam interfejs jak już napisany tekstowy interfejs. Można zaimplementować więcej botów, a nawet możliwość gry zdalnej. Jest też możliwość doimplementowania innej wersji TUI na bazie interfejsu klasy TuiEngine.

Projekt spełnia wszystkie wymagane kryteria w szerokim zakresie, dlatego powinien zostać wysoko oceniony.